

BULETINUL
GRĂDINII BOTANICE ȘI AL MUZEULUI BOTANIC
DE LA UNIVERSITATEA DIN CLUJ

BULLETIN
DU JARDIN ET DU MUSÉE BOTANIQUES
DE L'UNIVERSITÉ DE CLUJ, ROUMANIE

VOL. IX.

1929.

APPENDIX I.

ATMOMETRU DE PĂMÂNT.*)
UN NOU APARAT ÎN SLUJBA ECOLOGIEI

DE

GH. BUJOREAN (Cluj).

**O scurtă înșirare a metodelor, aparatelor și rezultatelor de până
azi în măsurarea evaporației.**

În meteorologia generală se măsoară evaporația depe oglinda de apă destilată dintr'un vas oarecare cum sunt aparatele model Wild (1874), Kassner (1911) (5), Welch (1923) (61), Houdaille (1928) (42), ș. a. Aparatele sunt așezate la umbră în apărătoare. După metoda lui Wild (43, p. 70) suprafața de evaporație e de 250 cm². Câtul de apă evaporată e măsurat prin cântărire și se dă în mm ori cm³. Potrivit scopului teoretic ori practic mijloacele de măsurare s'au înmulțit apoi foarte mult, variind mărimea suprafeței de evaporație cât și materia depe care se face evaporația. Așa s'a folosit hârtie, lână, pânză, porțelan poros ș. a. (5, 10, 48). În felul acesta s'a recunoscut în ce măsură variază evaporația după materia de evaporație, după mărimea forma și poziția suprafeței, după felul vasului (48) ș. a. După astfel de cercetări îndelungate Livingston (1925) (34), Seybold (1929) (48) ș. a. constată, că nu se pot compara datele de evaporație prin aplicare de corecțiuni, atunci când ele s'au cules cu aparate deosebite (34, p. 24, 28). Numai aparate identice pot da rezultate comparabile. Totodată s'a lărgit cunoașterea factorilor de evaporație ca și măsura în care ei influențează asupra evaporației. Presiunea atmosferică, insolația,

*) Numele de atmometru a fost aprobat ca termen tehnic pentru toate aparatele, ce servesc la măsurarea evaporației, de congresul internațional de meteorologie dela Veneția 1874 (10). (Cifrele grase din paranteze înseamnă numărul curent din literatura consultată).

temperatura, mișcarea aerului, umezeala relativă, tensiunea de vapori, deficitul de saturație, și mai ales diferența de tensiune dintre tensiunea evaporatorului și tensiunea vaporilor înconjurători (48, p. 4) sunt factori, cari influențează direct ori indirect proporțional atât variațiile cât și viteza de evaporare. Cu alte cuvinte evaporarea la rândul ei e un factor al stațiunii (59, p. 235), ce unește mai mulți alți factori și măsurarea ei e însemnată nu numai pentru că rezultatele ei ne-ar înfățișa în chip unic puterile unite ale mai multor factori, dar și din pricină că prin evaporare se pierde apa, care e factorul cel mai de seamă pentru viață.

În urma acestor constatări, cercetătorii s'au năzuit să întruchieze mijloacele cele mai potrivite pentru măsurarea evaporăției în scop biologic, igienic, industrial, ecologic, ș. a. Bellani (1820) a fost cel dintâi (34) apoi Babinet (1848), Mitscherlich (1904) (38). Livingston (1904) (34), Yapp (1909) (60), Transeau (1910) și mulți alții (10), cari au căutat să măsoare evaporarea cu aparate de pământ ori de porțelan poros sub influența tuturor factorilor din natura liberă. Era nevoie de aceste aparate, căci vasele cu apă nu se pot lăsa afară unde paserile și vântul tare ar pricinui scăderea apei fără puțință de control. Mai târziu vine Livingston (1915) și îmbunătățește puțin aparatul. El mai adaugă pe lângă căpățina albă de porțelan și una neagră. Prin diferența de evaporare dintre ele el află într-o măsură oarecare atât influența insolației asupra corpului în evaporare datorită culorii lui, cât și puterea insolației însăși (32, 11). Yapp (1909), Transeau (1910), Livingston (1910), Shive (1915), Johnston (1918) (10), Thone (1924) ș. a. fac apoi ca în timpul ploii, să nu se producă un curent de apă întors din căpățina de evaporare în rezervorul de apă (53, 54). Mulți au făcut suprafața de evaporare din hârtie sugativă de felurite forme și culori ca Piche (1852) (59), Morgenstern (1876) (5), Wolpert (1898) (5), Livingston (1911), Pichering (34) ș. a. Alții au încercat a măsoara puterea factorilor de evaporare cu ajutorul psihrometrelor Assmann (1886) (5). Metoda n'a aflat mare răsunet (5, 50, 48), cu toate că Ule (1891) și chiar în timpul din urmă Huber (1924) (28) și Schubert (1925) (46) o apără, Seybold însă (48, p. 55) dovedește că diferențele psihrometrice nu pot servi de măsură a evaporăției. Cu ajutorul aparatelor amintite s'a lămurit în bună parte și influența, ce o au felurii factori asupra evaporăției pe de-o parte cât și însemnătatea măsurării evaporăției în biologie și mai cu seamă în ecologia plantelor de pe alta. Căci dacă evaporarea ne dă o măsură asupra schimbului de masă dintre pământ și atmosferă, ea ne arată ceva și asupra schimbului de energie din locul dat, fiindcă prin evaporarea unui gram de apă pământul pierde o energie calorică egală cu 600—585 gr. cal. între 0—30° (29, 45, 39).

În rândurile următoare mă voi mărgini a înșira pe scurt în ce măsură mijloacele amintite ne lămuresc problema evaporăției dela suprafața

pământului, leagănul de naștere, de încolțire și de viață al plantelor. Problema pierderii apei din pământ prin plante, adică a transpirației, nici n'o ating aici, fiindcă ea se servește de alte mijloace de cercetare una și al doilea plantele reacționează altfel la puterile de evaporatie decum o face pământul; deși Seybold (1929) (48) în marea sa lucrare critică se silește să stabilească componentele fizice ale transpirației și deci să apropie cele două fenomene cât mai mult. Așa s'a văzut că chiar suprafețe egale dar de forme deosebite evaporă deosebit și până la de 3 ori diferență (48, p. 17), căci intervine influența atmosferei marginale (Randfeldaktivität), și chiar dacă factorii acționează pe un loc restrâns la fel asupra mai multor sisteme (obiecte în evaporatie), evaporatia e totuș deosebită dela un sistem la altul, căci sistemele reacționează deosebit după natura și alcătuirea lor deosebită. Așa sistemele se pot deosebi după concentrația soluției, după masa sistemului și deci după capacitatea lor de absorpție a căldurii cași după căldura lor specifică, după culoare (14, p. 238) și deci după capacitatea lor de absorpție a feliuritelor unde ș. a. Evaporatorul reprezintă un corp în schimb neîntrerupt de gaze (vapori de apă) cu atmosfera. El primește și eliberează vaporii după legea cinetică a gazelor (D a l t o n), Diferența tensiunii de vapori dintre cele două sisteme înclină balanța într'o parte ori alta. (20, 41). Astfel devine limpede problema, de ce nu se pot compara datele dela aparate deosebite și cele ale aparatelor cu cele de evaporatie reală din pământ ori cu cele de transpirație și dece fiecare plantă transpiră altfel.

Nu voi intra în multele formule de evaporatie, cari se deosebesc după autori și după factorii în cercetare (41, 48, 5, p. 119) și cari au însemnătatea lor teoretică, ci voi încerca să desbat partea practică a măsurării evaporatiei din pământ, adică schimbul de vapori (Massenaustauch) (48), nu în laborator, ci în natură, la câmp. Pe când în meteorologia generală se cere ca aparatul cât și apărătorul și locul, să fie cât mai uniforme pentru a se căpăta date comparabile, în ecologie se măsoară câtul de evaporatie în împrejurări cât mai deosebite, la felurite înălțimi ca și la suprafața pământului, în umbra pădurii cași la soare ș. a. Deși măsurări în această direcție s'au făcut puține și fără continuitate (59, p. 236), totuș din câte s'au făcut s'a stabilit că evaporatia crește cu înălțimea dela suprafața pământului (59, p. 271), că e mai mare în câmpul golaș ca'n câmpul înierbat, mai mare la soare ca la umbră, mai mare depe-o suprafață poroasă ca depe oglinda de apă, mai mare depe-o față neagră ca depe una albă, la soare bineînțeles și că influența insolației covârșește pe cea a vântului (59, p. 274) ș. a. Deci câte condiții deosebite atâtea variante și feluri de evaporatii se vor găsi în natură și variația este destul de mare. Și iarăși trebuie să recunoaștem că dacă datele culese în atâtea împrejurări își au însemnătatea lor teoretică neîndoelnică pentru stabilirea legilor de evaporatie și a puterii factorilor de evaporatie, apoi datele cele mai practice pentru ecologie vor fi tot cele culese în condiții naturale și la suprafața pământului. Aici își încep plan-

tele viața, pe aici primește pământul apa din ploaie, rouă și absorpție și tot pe aici o pierde prin evaporație. Nu e mirare deci că chiar congresul internațional de meteorologie dela Viena din 1926 cere stăruitor adunarea datelor climatologice dela suprafața pământului (8).

Acum se pune întrebarea: ce condiții trebuie să împlinească aparatele pentru ca ele să ne deie date cât mai apropiate de evaporația reală dintr'un loc dat și'n ce măsură răspund la această cerință aparatele de azi? Mai întâi de toate Livingston, după 10 ani și mai bine de cercetări, a stabilit un principiu foarte sănătos; nu se poate ști capacitatea de evaporație a unui corp, decât dacă evaporația se măsoară depe corpul însuș (34, p. 52). Cu toate acestea Livingston răspândește în America aparatele sale cu căpățini poroase (porous cup atmometer), ce dau o idee cel puțin asupra capacității maxime de evaporație și transpirație la care e supus pământul cași plantele dintr'un loc oarecare. Măsurări în această direcție s'au făcut pe o scară mai întinsă, mai ales în America de Transeau (1908) (55, 56), Fuller (1914), Livingston and Shreve (1921) (50), Larsen (1922), Shreve (1923) (7), Thone (1923) (55, 54), Clements (14, 17), Weaver (60) ș. a.

Acolo și rezultatele sunt mai mulțumitoare. S'au putut stabili grade de evaporație deosebite după tovărășii de plante și după ținuturi. Pe temeiul acestor date puse'n legătură cu apa, ce o primește un loc oarecare, se face diferența dintre precipitațiuni și evaporație și așa se stabilesc chiar grade de „uscăciune relativă“, cari au ajuns a fi al doilea factor după temperatură în stabilirea climei. (58, 55).

În Europa măsurările s'au făcut ceva mai puțin sistematic și cu aparate ceva mai primitive și anume cu aparate de hârtie (59). Doar în timpul din urmă Rübel (1922) (44), Tansley și mai ales Braun-Blanquet (1928) (7) recunosc valoarea măsurărilor americane și recomandă aparatul lui Livingston-Thone și ecologilor europeni. În Europa s'au făcut măsurări rășlete mai cu seamă în agricultură (38) de Eser, Pohlmann, Mitscherlich, Mohr, Wollny, Ebermayer, Seelhorst, Meister, Steinbrück ș. a. Ei au măsurat evaporația din felurite pământuri. Aceste măsurări sunt mai toate lucrări de laborator ori dacă sunt făcute afară sunt de scurtă durată pentru lămurirea teoretică a problemei precum face Wolf, cu rețetele sale de sârmă pline de pământ (47, 13, 57). Aceste cercetări deși destul de vechi după cum arată Bebbier (2) prin datele lui Ebermayer (1868), totuș ele nu s'au generalizat decât numai în timpul din urmă.

Ecologii și-au îndreptat cercetările tot mai stăruitor spre înțelegerea stării din natură. Americanii amintiți împreună cu Europeanii Yapp (1909), Amberg (1916), Wetter (1918), Müller (1924), Lüdi (1925) (7), Gradmann (1928), Walter (1928) ș. a. au cules date de evaporație sub influența feluritelor tovărășii de plante. Aceste date nu prea

sunt comparabile, fiind culese cu aparate deosebite, de porțelan ori de hârtie și de mărimi deosebite. Dată fiind artificialitatea metodelor e greu a spune în ce măsură se apropie aceste date de capacitatea maximă de evaporare a pământului. În care caz datele de mai sus își au valoarea lor în măsurarea influenței atmosferei asupra evaporației sau transpirației în stațiuni deosebite (7, p. 117, 30).

Un început de măsurare a evaporației direct din pământ se face de Eser, Pohlmann și Mitscherlich (1923) sub forma de încercări de laborator, ca cele dela stațiunea Rothamsted făcute și în aer liber (38, p. 150—158). Între aceștia Weaver (1924) face un mare pas înainte. El măsoară evaporația deosebit cât și transpirația deosebit ori amândouă împreună din pământul și plantele din pământ fără a-i strica pământului așezarea lui firească. Cu ajutorul unor cilindri de oțel el taie sâmburi de pământ, pe care-i așează în alți cilindri, și-i vâră la loc în pământ. Pe uni-i lasă cu plante pe alții fără plante și prin comparație află, care-i evaporația și care-i transpirația. În timpul ploii cilindrele sunt acoperite. Apa o toarnă pe deasupra din când în când. Evaporația ori transpirația e măsurată prin cântărirea cilindrilor. Faptul că pământul e nestârnit cu plante cu tot și stă sub insolația, temperatura și ceilalți factori ai stațiunii ca și sub influența vegetației din jur, înseamnă un mare pas înainte spre descoperirea realității. Metoda are însă și scăderile ei. Anume că apa se toarnă în vas pe deasupra și deci pământul e când mai ud când mai uscat și ca urmare evaporația e când mai mare când mai slabă. A doua scădere este scoaterea zilnică a cilindrilor din pământ pentru cântărire. Aceasta face să se calce iarba din jur și să se schimbe starea locală sau factorii locali nebănuți de mult, după cele constatate la stațiunea ecologică din Grădina Botanică din Cluj. La aceasta se mai adaugă și mica precizie a cântăririi în măsura greutateii cilindrilor pe lângă grija de a acoperi cilindrii înainte de ploie. Totodată se pot cântări și obiecte aduse de vânt. Oricum metoda aceasta înseamnă o îmbunătățire față de cea a atmometrelor de porțelan ori de hârtie, cari nu se pot așeza la pământ și nu pot sta în condițiile suprafeței pământului. Cât privește atmometrele de porțelan au și ele scăderile lor, pe cari le recunoaște însuși Livingston. Sunt aparate gingașe, cu cari nu poate lucra decât un observator priceput. Gazele, ce ies din apă se adună la vârful căpăținei și împiedecă evaporația, iar scoaterea lor nu este tocmai simplă, mai ales că adunarea lor nu se poate observa. Păreții poroși își schimbă porozitatea lor cu timpul, controlul acestei schimbări și facerea corecțiunilor încă nu e o operație simplă. În cazul când am dori să așezăm căpăținele de evaporație la suprafața pământului atunci ele sunt stropite de pământ în timpul ploii ori acoperite de praf așa că porozitatea lor e și mai mult schimbată. În sfârșit forma cilindrică a feței în evaporare a fost aleasă din motive tehnice, dar și pentru a se apropia de câțul mijlociu de transpirare al plantelor. Forma aceasta face ca numai o mică

parte a cilindrului să fie bătută de soare pe când cea mai mare parte rămâne în umbră. Dată fiind influența covârșitoare a insolației asupra evaporației forma cilindrică se depărtează mult de condițiile naturale și mai ales de condițiile de evaporare ale suprafeței pământului (59, p. 256). Cât despre aparatele de hârtie ele se departă și mai mult de realitate. Acestea sunt bune mai mult pentru măsurări comparative de scurtă durată și cu multe aparate deodată fiind ieftine, după cum face și Walter. Cu toată însemnătatea lor în stabilirea influenței culorii asupra evaporației (59) ele au neajunsul că fiind din hârtie se desfac ușor și apoi rezervorul de apă fiind în mijlocul suprafeței de evaporație împiedică insolația și vântul dela efectul lor deplin și uniform asupra întregii suprafețe. După aceste considerații se poate vedea că, cine dorește, să știe, care-i evaporația maximă ori reală din pământ, trebuie să lucreze deadreptul cu pământul. Și'n această privință nu lipsese lucrări. Steinbrück (1928) a cercetat atât factorii externi cât și cei interni, adică influența atmosferei cât și a structurii și culorii pământului asupra evaporației. Cele mai multe lucrări însă au fost de laborator, iar cele de câmp de scurtă durată și'n scopul de a lămurii mai mult partea teoretică a problemei. Metodele n'au prins putere în viața practică de agricultor ori în cea de biolog, căci sunt și greoaie și încă în faza de încercări.

De obicei toate lucrările se izbesc de neajunsul că pământul nu poate fi ținut în acelaș grad de umezeală (47, p. 167), adică ori saturat cu apă ori când se cercetează influența pânzei de apă subpământeană, nivelul apei nu rămâne statornic în tot timpul încercării (Steinbrück, 49, p. 240).

După toate celea arătate se desprinde par'că destul de limpede întrebarea: cari sunt condițiile, ce trebuie să le împlinească un aparat, cu care să se poată măsura evaporația maximă ori parțială din pământ împreună cu transpirația în câmp sub tot felul de împrejurări și pe timp îndelungat? Răspunsul pare destul de ușor. Pământul sub control să-și păstreze așezarea lui firească împreună cu plantele depe el ori fără plante. Intinderea suprafeței de evaporație să poată fi aleasă după plac. Suprafața în evaporație să fie plană și să nu fie împiedecată de celelalte părți ale aparatului. Câtul de apă din pământ să poată fi regulat după voie. Vasul cu pământ să rămâie pe loc, căci prin cântărirea evaporatorului se pot cântări și obiecte aduse de vânt. Factorul cel mai însemnat, nivelul constant al apei din pământ, să fie păstrat cu precizie atunci când se cere.

Toate aceste condiții sunt îndeplinite de atmometrul de pământ, care a fost prezentat la primul congres al Naturaliștilor din România, la 22 April 1928 (9).

Descrierea atmometrului de pământ.

El se compune din două părți principale, din vasul cu pământul în evaporație, evaporator (fig. 1) (3) și din partea înregistratoare a eva-

porației (1).^{*} Forma vasului poate fi aleasă după plac, cași suprafața și adâncimea lui. Pe fundul lui se așează o sătă (12), ce ține sub ea o pânză de apă, pentru ca urcarea apei în pământul de deasupra să se facă deodată peste tot. Peste sătă se mai poate pune și o hârtie de filtru și apoi pământ (17). Pământul se ridică cam un milimetru deasupra nivelului apei, așa ca evaporația să fie maximă precum arată Mohn (39, p. 154). Partea înregistrătoare se compune dintr'un tub de sticlă gradat, care ține locul de rezervor de apă și de măsurător (1). Vasul cu apă de sus (10) servește la umplerea măsurătorului după citire. Tubul deschis dealături (7) face legătura cu atmosfera prin partea de sus și'n partea de jos e plin cu apă. El reprezintă al doilea braț alor două vase comunicante adică vasul 3 și 11.

Principiul și funcționarea

aparaturii. Principiul e destul de cunoscut. Prin tubul de sticlă (2) se face legătura celor două vase comunicante (3) și (11). Prin ridicarea ori scoborîrea unuia din vase se ridică ori se scoboară nivelul din ele. Dacă ridicăm bunăoară vasul (11) cu rezervor cu tot (1), atunci apa va curge din (11) spre (3). În același timp nivelul din (11) scăzând trage apa din tubul gradat (1). Totodată nivelul scăzut din (11), ce ține și locul de supapă, dă drumul presiunii atmosferice, care sub

forma unor beșici de aer restabilește presiunea atmosferică din tubul gradat, unde prin scurgerea apei s'a produs o scădere a presiunii. Beșicile de aer se ridică și ocupă locul sus (14). Deci avem o combinație de vase comunicante (3 și 11) cu o coloană barometrică cu vid parțial (14). Tubul de control scurt (4) lipit de evaporator, servește pentru controlul nivelului apei din vasul cu pământ. În tot timpul funcționării robinetele

Atmometru de pământ.

(Erd-Atmometer)

Gh. Bujorean (1928)

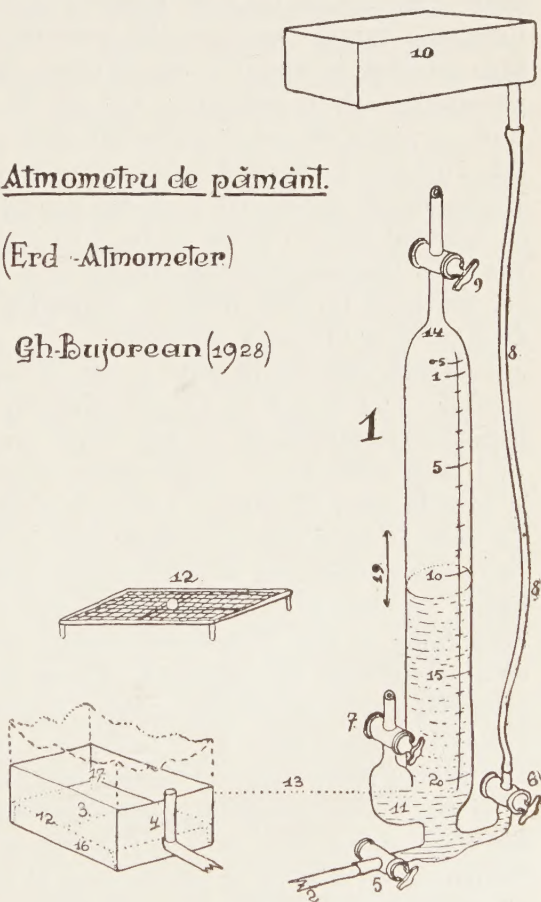


Fig. 1.

^{*}) Numerele din paranteză se referă la Fig. 1.

(5) și (7) stau deschise, iar (6) și (9) închise. După citire se închid robinetele (5) și (7), se deschid (9) și (6), se umple cu apă măsurătorul până sus, se închid (9) și (6) și se deschid (5) și (7). Măsurătorul (1) fiind fixat pe o ramă mișcătoare (19), se poate ridica și scobori, după cum dorim a scădea ori a ridica nivelul apei din evaporator (3).

Avantajele aparatului sunt vădite. Mai întâi că'n evaporator (3) se poate ține apa la un nivel constant și la o înălțime dorită. În el se poate ține apă curată sau orice altă substanță saturată cu apă. În el se poate băga pământ în așezarea lui naturală după metoda Weaver (60). Apoi pământul poate fi saturat cu apă ori se poate cerceta evaporația în legătură cu pânza de apă din pământ ori cu apa capilară așa cum a încercat Steinbrück, reușind numai în parte, în lipsă de nivel constant (49). Evaporatorul poate servi și ca vas pentru cultura plantelor, mai bine decât cu ajutorul conului poros al lui Livingston, care ia prea mult loc în vas și nu ține tot pământul egal de umed (35). El poate fi așezat în pământ ori deasupra la orice înălțime. Suprafața de evaporație se poate depărta de măsurător (1) după voie pentru a nu se împiedeca mișcarea aerului. La atmometrele folosite în anul acesta distanța dintre evaporator (3) și măsurător (1) e de 1,5 m. Cu cât raportul dintre suprafața de evaporare și baza măsurătorului va fi mai mare cu atât și sensibilitatea aparatului va fi mai mare. La un volum mare de pământ nu avem riscurile, ce sunt la metoda prin cântărire. Aerul, ce s'ar aduna sub sâtă este scos afară din când în când prin o supapă (12) introdusă în mijlocul evaporatorului puțin sub pământ. Ea se poate monta și cu capul afară și atunci aerul iese singur ori când se adună. În sfârșit pentru a ne convinge că pământul din evaporator se află în aceleași condiții cași pământul din jur nu rămâne decât să înțigem în amândouă câte un higrometru de pământ împreună cu termometru (9), pentru a cerceta dacă tensiunea de vaporii e aceeași în ambele părți și la nevoie a o regula. Dar aparatul va servi mai ales pentru măsurarea evaporației maxime dintr'un pământ oarecare, dată fiind reacțiunea deosebită a pământurilor la factorii de evaporație. Cercetările vor stabili apoi, care va fi mărimea și forma suprafeței în evaporare pentru ca metoda, să se generalizeze și datele să fie comparabile. Se pare că suprafața rotundă de 500 cm², găsită că evaporă cât și suprafețele până la 2000 cm² va fi cea mai potrivită (20). În timpul ploii aparatul nu are nevoie de nici o supapă de siguranță ca cel al lui Livingston căci apa se scurge afară și sare depe pământul saturat cu apă. În cazul că dorim a cerceta evaporația în legătură cu o pânză de apă la o adâncime oarecare constantă, atunci bineînțeles că în timpul ploii evaporatorul va trebui acoperit.

Din cele descrise se desprinde convingerea că aparatul împlinește condițiile de adaptare ale atmometriei în natură. Cu el se poate lucra în orice fel de stațiuni cu oameni, cari știu ceti doar numerele. Simplitatea aparatului

lui poate înlesni măsurarea evaporației pe-o scară mai întinsă și pe timp mai îndelungat. Un lucru dorit chiar de cercetătorii germani, cari nu prea scapă prilejul de a fi în fruntea cercetărilor (14, p. 236).

Aplicarea metodei.

Evaporatorul ales de mine are o formă dreptunghiulară de 10×20 cm., deci o suprafață de 200 cm². I s'a dat această formă pentru a-l așeza cu lungimea în direcția Răsărit-Apus, ca golul făcut de el între plante să fie cât mai mic și cu aceasta evaporatorul, să fie cât mai umbrat în preajma amiezii, căci doar se știe și se va vedea mai jos, ce influență mare are insolația (48, 59) asupra evaporației. Forma dreptunghiulară evaporă și mai puțin ca cea circulară datorită aceleiași influențe marginale (48) și deci datele nu vor fi comparabile cu o suprafață rotundă de 200 cm², dar se vor apropia de-o suprafață rotundă superioară celei de 200 cm². Adâncimea vasului e de 13—14 mm. Sub sătă rămâne un loc gol pentru o pânză de apă de 2—3 mm., iar pe sătă se așează hârtie de filtru și peste ea substanța pentru evaporare în grosime mijlocie de 1 cm. S'au făcut cinci aparate. **Nr. 1** cu apă destilată așezat în apărătorul *Stephenson* la umbră, la 2 m. dela pământ. **Nr. 2** plin cu cărbune negru medicinal *Merk*. **Nr. 3** plin cu var curat ($\text{CO}_3 \text{Ca}$ *Merk*) pentru analize. Amândouă așezate în plin aer la 1 m. dela pământ, cu scopul de a măsura influența insolației. Dată fiind absorpția maximă a razelor de către cărbunele negru și reflectarea mare a lor de varul alb, din diferența de evaporație dintre aceste două evaporatoare s'ar putea deduce în oarecare măsură gradul de transparentă al atmosferei (3) ori intensitatea insolației. Un solărimetru integrant, *Kipp* și *Zonnen* la 5 m. dela pământ servește de comparație. **Nr. 4** și **5** pline cu pământ clidos (*argilos*) dela câmpul de observație au fost așezate la suprafața pământului și anume; **Nr. 4** într'o vegetație descheiată artificial prin plevirea plantelor trainice, vegetație cu plante anuale, între cari *Erigeron canadense* e stăpânitor. **Nr. 5** e așezat la 1,5 m. depărtare de **Nr. 4**, dar într'o vegetație încheiată, alcătuită din plante trainice, între cari *Triticum repens* e stăpânitor. Vegetația aceasta e neatinsă de mâna omului de 5 ani. Aici trebuie să amintesc că toate cinci aparatele au fost încercate înainte de 1 Mai în laborator la întuneric, unde s'a observat evaporația sub influența temperaturii și-a umezelii relative, deci fără factorii lumină și vânt, cari afară produc deosebiri mari.

Rezultatul observațiilor dela întuneric. La un deficit de saturație mijlociu de 23,9 mm. Hg (27; 7, p. 13; 50, p. 1; 4, p. 91) arată o evaporație mijlocie de 2,2 mm = 40,4 cm³ în 24 ore. La cărbune a fost o ușoară creștere cam de 0,5 mm, iar la oglinda de apă o scădere de 0,6 mm față de mijlocia generală. Aceste date se potrivesc și cu observațiile altor cercetători (38, 48, 49). Aceste cercetări fiind de durată scurtă, doar de 3 zile, vor mai trebui repetate.

Observațiile în câmp au început la 1 Mai 1929. Aparatele Nr. 1, 2 și 3 au fost instalate la stațiunea meteorologică-ecologică a Grădinii Botanice, iar Nr. 4 și 5 la câmpul de observație în vegetațiile amintite mai sus. Rezultatul observațiilor dela 1/V—31/VIII se vede din tabelele 1, 2, 3 și din figurile 2, 3 și 4.

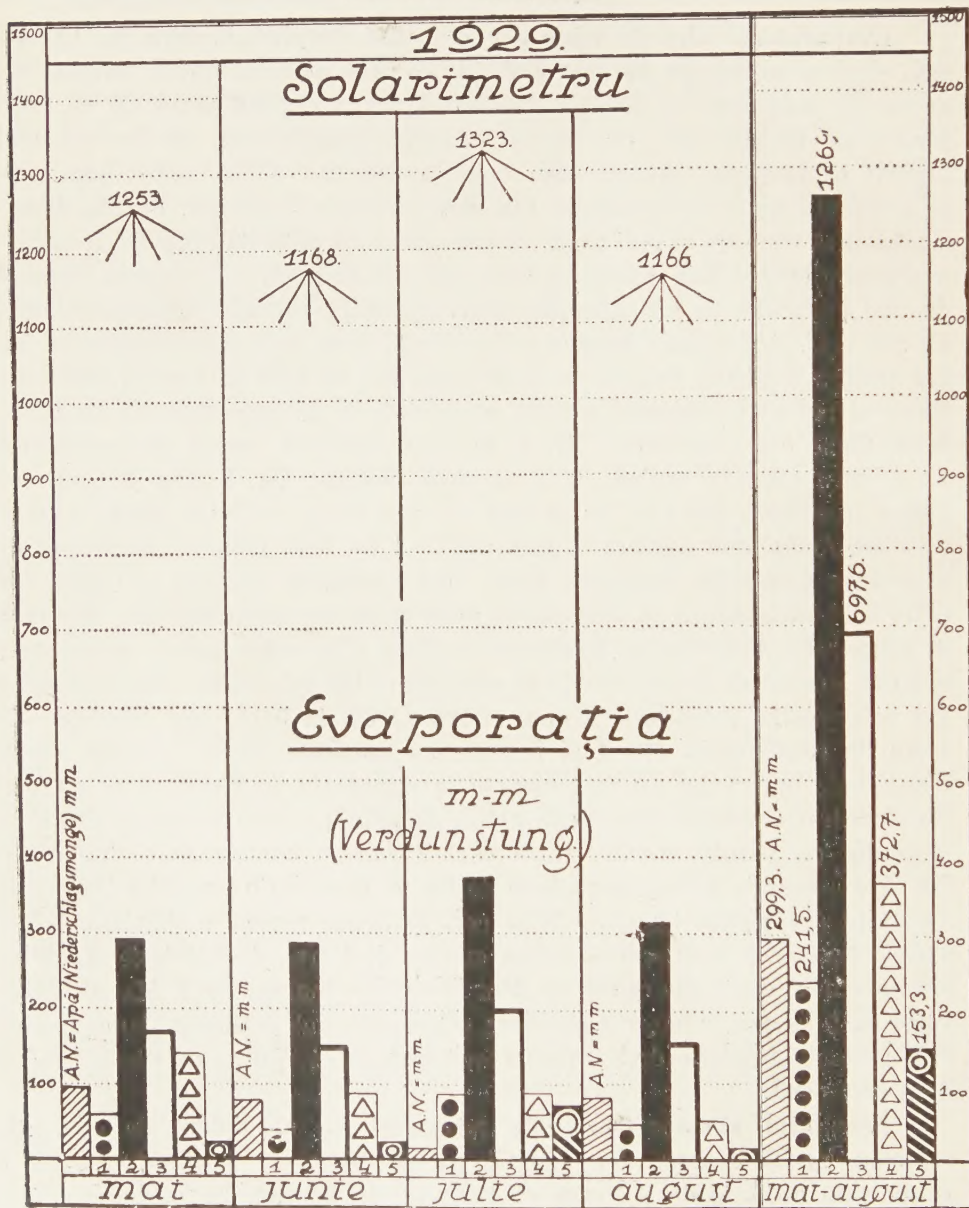


Fig. 2. — Evaporația maximă în împrejurări deosebite (tab. 1).
(Die maximale Verdunstung unter verschiedenen Umständen).

Tabela 1. Evaporația maximă în împrejurări deosebite (fig. 2)

	Apa din ploaie	Evaporația în mm. (1 mm. = 20 cm. ²)					Suma solarimetrică
		Numărul aparatului					
		1.	2.	3.	4.	5.	
1929							
V.	97,7	61,4	290,3	172,4	142,4	26,9	1253
VI.	81,1	44,2	282,6	156,0	86,2	28,9	1168
VII.	35,6	85,7	375,8	208,5	89,2	74,9	1323
VIII.	84,9	50,2	320,8	160,7	54,9	22,9	1166
Total	299,3	241,5	1269,4	697,6	372,7	153,3	

Mersul general al evaporației dela cele 5 aparate și depe cele 4 luni (fig. 2, tab. 1) arată o ușoară scădere în Iunie față de Mai, un maxim în Iulie și iarăși o scădere în August. Urmărind și sumele lunare de insolație date de solarimetrul integrant (fig. 2) se observă un paralelism între evaporația generală și insolația generală. Aceiaș scădere la insolație în Iunie față de Mai și acelaș maxim în Iulie. In ce măsură se va repeta paralelismul și'n alți ani rămâne un fapt vrednic de urmărit.

Tabela 2. Influența insolației asupra evaporației (Fig. 3).

	1929	V	VI	VII	VIII
Diferența dintre negru și alb $\times 10$		37	42	54	51 mm.
Verdunstungsdifferenz zwischen Schwarz u. Weiss $\times 10$)					
Sumele solarimetrice (mijlocia lunară)		40	39	42	37
[Die Solarimetersummen (Mittelwerte)]					

Influența insolației asupra evaporației pare a fi covârșitoare după paralelismul arătat mai înainte dintre datele solarimetrice lunare și evaporația lunară dela toate stațiunile (fig. 2). In scopul de-a vedea mai de aproape această influență s'au instalat cele două evaporatoare negru și alb dela stațiunea metecrologică cam in felul cum face și Livingston cu căpăținele negre și albe.

In cazul de față însă suprafața neagră fiind plană și orizontală este mai bine sorită ca cilindrele lui Livingston și așa diferența dintre negru și alb este mai vădită. Cu cât insolația este mai puternică și mai îndelungată cu atâta și diferența dintre negru și alb va fi mai mare. Tabela 2 și figura 3 arată aceste diferențe zilnice însoțite și de sumele solarimetrice. Diferențele de evaporație s'au înmulțit cu 10 pentru a se apropia de curba sumelor solarimetrice depe fig. 3 și a se putea urmări mai ușor

variația lor în legătură cu aceste sume. După cât se vede din datele zilnice și lunare nu este paralelism între ele după cum ne-am fi așteptat în urma celor constatate mai sus că între evaporația totală lunară și sumele solarimetrice lunare este un paralelism așa de frumos (tabela 1, fig. 2). Se prea poate ca solarimetrul care reacționează la insolația totală adică la undele

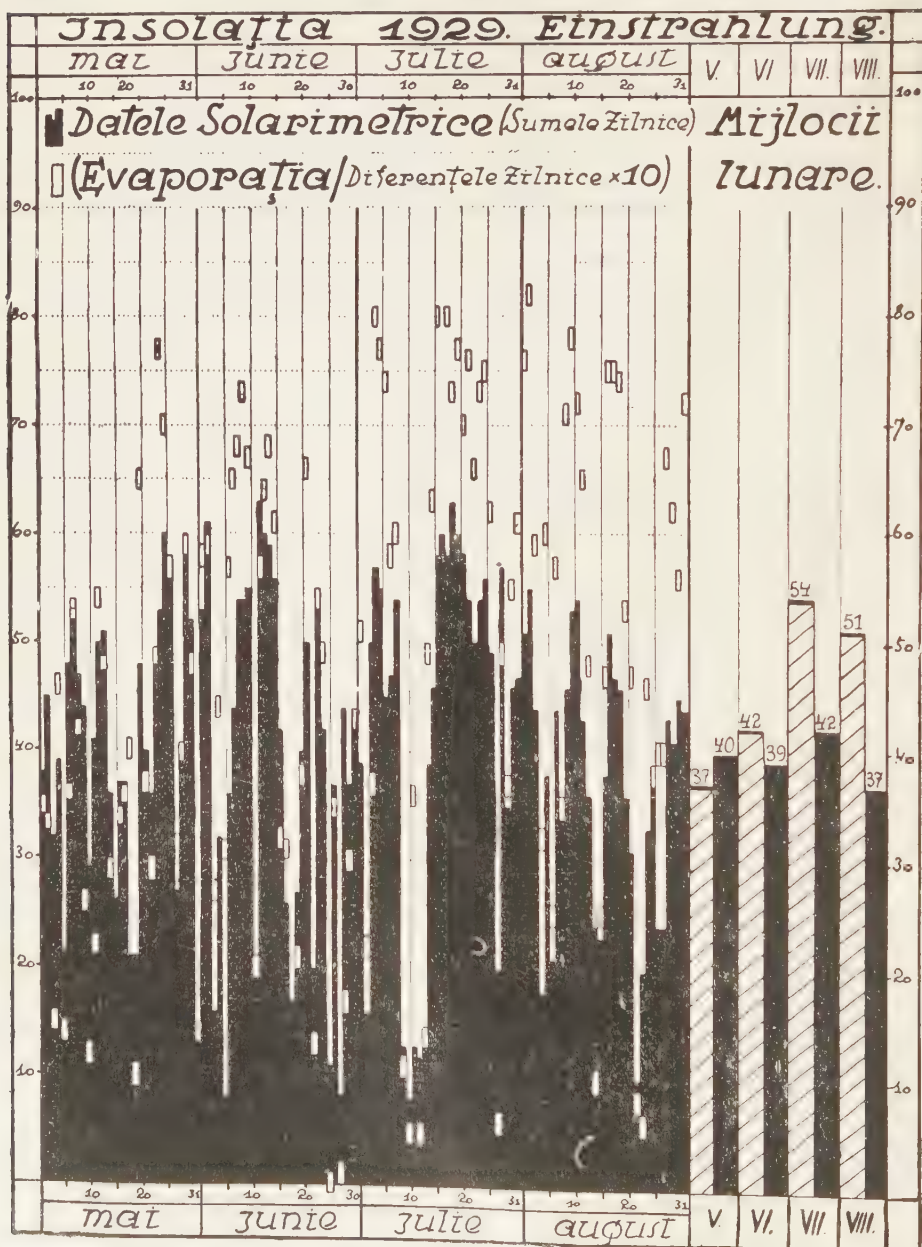


Fig. 3. — Influența insolației asupra evaporației (tab. 2).

(Der Einfluss der Einstrahlung auf die Verdunstung).

de lumină, căldură și electricitate după cum spune Berget (3), să nu dea aceleași rezultate cași evaporatoarele, ce reacționează la atâția alți factori. A doua pricină a nepotrivirii poate fi și substanțele deosebite în evaporare: negrul de cărbune și albul de var. Faptul rămâne de cercetat cu atât mai mult cu cât se observă o regularitate oarecare cel puțin după datele lunare (fig. 3).

Rezultatul încercării. Datele solarimetrice de insolație nu se pot înlocui cu datele scoase din diferența de evaporatie dintre negru și alb.

Coloarea neagră evaporă cam de 2 ori mai mult decât cea albă.

Raportul dintre apa din ploaie și evaporatia dela cele 5 aparate este foarte deosebit după stațiune și felul substanței în evaporatie (fig. 2, tab. 1). Evaporatia depe negru și alb întrece cu mult apa din ploaie. Cea depe negru e de 4,2 ori iar cea depe alb de 2,3 ori mai mare ca apa din ploaie. Aceasta ne face să bănuim cam cu ce putere acționează factorii de evaporatie asupra plantelor la înălțimea de un metru. Totodată se dovedește valoarea culorii în evaporatie. Negrul curat evaporă de 1,8 ori mai mult decât albul curat, deci cam de 2 ori. Evaporatia depe verde va fi deci cam între alb și negru. Walter, care a și măsurat evaporatia depe hârtii colorate, găsește că cea verde evaporă cam 30% mai mult ca cea albă (59 p. 240). Impotriva factorilor de evaporatie plantele verzi reacționează cu mijloace morfologice și fiziologice cunoscute și deci și transpiratia lor nu se poate compara cu aceste evaporatii (48. 10) Măsurarea factorilor de evaporatie cu ajutorul evaporatiei însăși are rostul pe lângă stabilirea unui raport dintre apa primită și apa evaporată de pe un pământ saturat cu apă, să ne mai dăm seama cam în ce măsură trebuie să se silească plantele de a-și reduce transpiratia.

Comparând mai departe evaporatiile dela Nr. 4 și 5 dintre plante, vedem că evaporatia din vegetatia descheiată (tab. 1 și fig. 2, coloana 4) este mai mare decât ploaia din lunile V—VII afară de VIII. Evaporatia următoare dela Nr. 5, din vegetatia încheiată este mai mică decât cea dela Nr. 4 și mai mică decât ploaia depe 3 luni afară de Iulie.

Evaporatia din aceste două feluri de vegetatie ne interesează mai mult ca toate din punct de vedere ecologic, deoarece ea a fost măsurată cu aparate identice. Ambele pline cu acelaș pământ și ambele la suprafata pământului. Cu toate acestea diferența de evaporatie dintre ele este ceva mai mare decât aceeaș diferență dintre negru și alb. Dupăce distanța dintre ele a fost minimă de 1,5 m, diferența dintre ele este uimitoare. Ea este pricinuită mai întâi de toate de factorul biotic, adică de desimea plantelor, care a oprit insolația și mișcarea aerului într'o parte mai mult ca'ntralta. Aceasta ne mână mai departe la cercetarea mai precisă a stării factorilor de evaporatie din aceste două feluri de vegetatie, ca insolația, temperatura ș. a. și cari s'au și măsurat în parte (fig. 4, tab. 3). Evaporatia dela umbră depe oglinda de apă (fig. 4, coloana 1) servește de comparație ca date culese după metoda meteorologiei generale. Ea este peste toate lunile până aproape de 2 ori mai mare decât cea din vegetatia încheiată (Nr. 5). Pricina acestei

evaporații mai ridicate depe oglinda de apă ca depe pământ zace desigur în diferența de tensiune mai mare ajutată de mișcări de aer mai mari la 2 m, ca la suprafața pământului (Gates). În orice caz asta dovedește odată mai mult că comparațiile climatice, ce se fac bazate pe diferențele dintre precipitațiuni și evaporație măsurată în umbră, depe oglinda de apă, se fac pentrucă aceste date se găsesc la multe stațiuni și ele se pot folosi ușor ca un nou factor pentru judecarea climatei generale (55, 59), dar pentru clima locală (microclima) ea și pentru raportul real dintre apa primită și pierdută de pământ știința ecologică trebuie să năzuiască la culegerea datelor la fața locului și în condiții cât mai naturale (59, p. 235).

Tabela 3. Factori de evaporație. — Verdunstungsfaktoren.
1929. 23—24 VII. 1929.

Numărul evaporatorului											
Evaporația maximă (Maximale Verdunstung)											
Temperatura aerului 1 dm deasupra evaporatorului (Lufttemperatur 1 dm über der Verdunstungsschale)											
Temperatura evaporatorului (Temperatur der Verdunstungsschale)											
Umezeala relativă 1 dm deasupra evaporatorului (Luftfeuchtigkeit 1 dm über der Verdunstungsschale)											
Tensiunea maximă din evaporator (Maximaler Dunstdruck der Verdunstungsschale)											
Tensiunea vaporilor din aer (Gegenwärtiger Dunstdruck von der Luft)											
Deficitul de saturație (Sättigungsdefizit)											
Insolația maximă (Maximale Einstrahlung)											
Suma solarimetrică (Solarimetersumme)											
Diferența de tensiune dintre evaporator și atmosferă (Dunstdruckdifferenz zwischen der Verdunstungsschale und der Atmosphäre)											
Tăria vântului după Beaufort (Windsärke nach Beaufort)											
	mm	Co	Co	%	mm Hg	mm Hg	mm Hg	Co		mm Hg	0—12
1	3,2	25,3	20,7	36,6	18,6	8,3	17,8	31		10,4	
2	21,6	26,0	22,5	38,3	21,5	8,8	17,7	65		12,7	
3	11,0	26,0	19,2	38,3	17,0	8,8	17,7	65		8,2	
4	3,9	24,2	23,0	51,8	22,2	10,6	13,4	46		11,6	
5	1,9	25,0	21,9	50,2	20,3	10,5	15,5	39		9,7	
III.	0,52?	21,3	19,0?	74,6	16,5?	13,8	4,5	25	74	2,7?	3

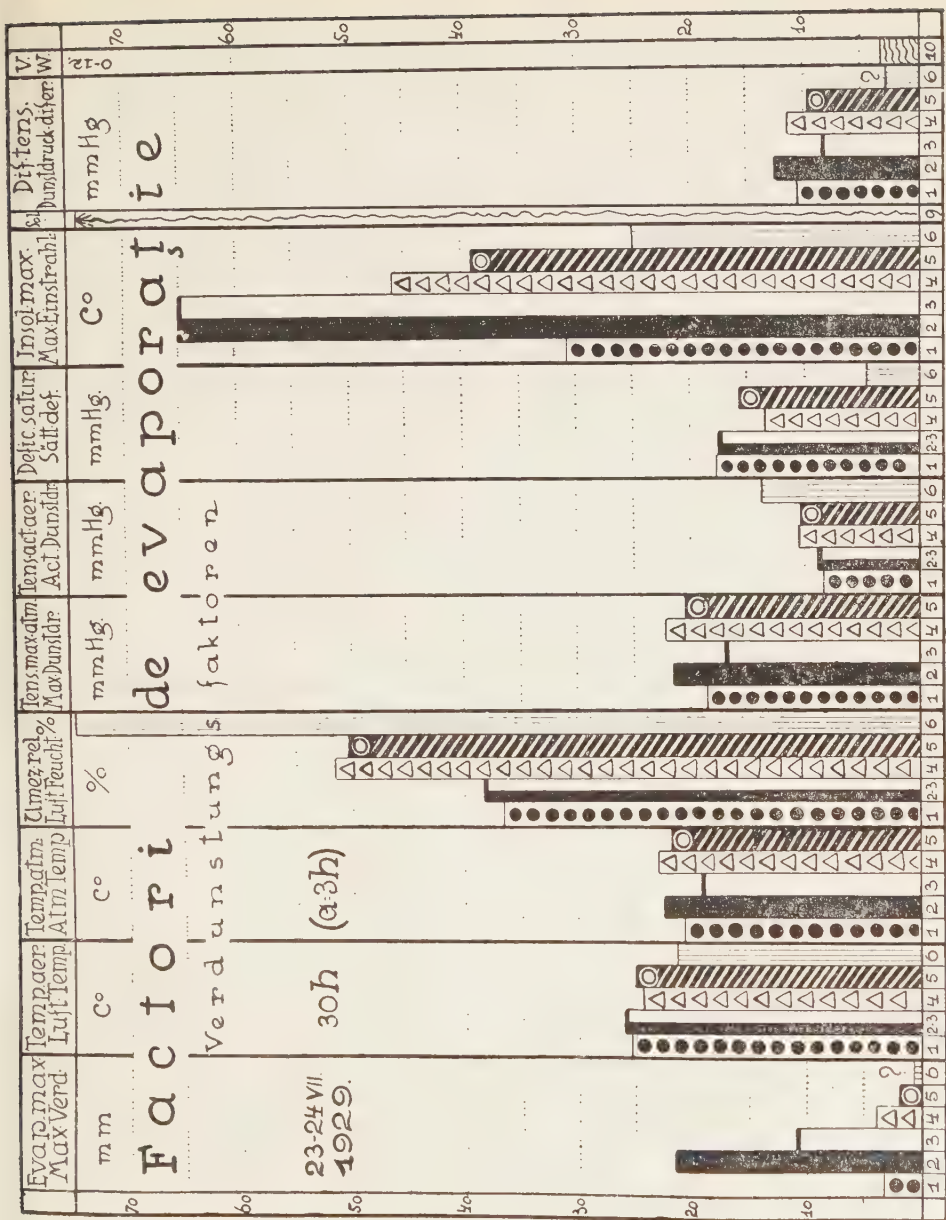


Fig. 4. — Factori de evaporatie în 6 stajuni deosebite (tab. 3.) (Verdunstungsfaktoren an 6 verschiedenen Standorten).

Factori de evaporatie. Cu prilejul observărilor zilnice am constatat un fapt ciudat mai ales la evaporatorul Nr. 1 dela umbră și la cel din vegetația încheiată Nr. 5, că uneori evaporația până la amiazi, ba chiar până seara era zero ori aproape de zero și că adesea 50—90% din evaporația totală zilnică se făcea mai mult noaptea. Căutând să-mi tălmăcesc această ciudățenie am încercat să măsur factorii de evaporatie în măsura mijloacelor date. Din măsurările făcute dau unul din rezultatele culese

în zilele de 23—24 VII. după citiri făcute tot la 3 ore timp de 30 ore. Să privim evaporația maximă din cele 30 ore după tab. 3 și fig. 4. Să purtăm acest raport pe deasupra celorlalți factori și să vedem cu care din ei se arată direct ori indirect proporțional după natura factorului. Cu temperatura el nu e proporțional, nici cu umezeala relativă, nici cu tensiunea maximă, nici cu tensiunea vaporilor din aer, nici cu deficitul de saturație, doar cu diferența de tensiune și mai ales cu insolația maximă arată oarecare paralelism. Aici se dovedește încă odată rolul mare al insolației și al culorii corpului în evaporație. Mai trebuie amintit că această insolație maximă este mai mult calitativă, căci s'a măsurat cu termometrele înegrite și în vacuum. Rezultatul acestei măsurări este că evaporația din feliurile stațiunii nu este proporțională cu nici unul din factorii mășurați. Aceasta dovedește strânsa legătură dintre felurii factori și puțința lor de înlocuire întreolaltă. Factorii vânt și salinitate nu s'au putut măsura la fiecare evaporator și doar vântul vine cam al patrulea factor de evaporație mai însemnat după presiune, insolație și temperatură (2, 7). După Seybold vântul are influență până la un maxim oarecare de iuteală, ce atârână de sistemul în evaporare de unde mai în sus rămâne fără efect, pecând insolația și temperatura au efect proporțional. Efectul vântului asupra evaporației este că înlătură pătura de vapor de deasupra evaporatorului. Un vânt umed poate chiar încărcă cu umezeală corpuri mai uscate (48). Aici Seybold îndreaptă părerea multora ca și-a lui Henseler (1893), că evaporația ar fi proporțională cu tăria vântului (49, p. 239). Deosebirea de tărie a vântului din deosebite stațiuni pare a fi încă o pricină a lipsei de proporționalitate dintre evaporație și diferența de tensiune, proporționalitate, care teoretic trebuia să se realizeze. Evaporațiile dela aparatele 4 și 5, ce se aflau în condiții apropiate, cam scutite de vânt sunt proporționale cu diferențele de tensiune. În diferența de tensiune s'a și găsit pricina deosebirii de evaporație dela zi la noapte dela aparatele Nr. 1 și 5. Bazat pe această proporționalitate am socotit prin deducție și evaporația pentru postata (Einzelbestand) Nr. III, în care lipsea evaporimetrul, dar în care s'au putut măsura ceilalți factori de evaporație. Deaceia în fig. 4 și tab. 3, III, evaporația din coloana 6 e însoțită de semnul întrebării. Această postată e alcătuită dintr'o vegetație ierboasă de dudău înalt,* în care stăpânește Antonica (*Chaerophyllum aromaticum*).

Rezultatul general al observațiilor. S'a verificat însemnătatea insolației, a culorii evaporatorului și a diferenței de tensiune. În al doilea rând s'au adevărit încă odată cele spuse de Livingston, că măsurarea evaporației dere un corp oarecare trebuie să se facă depe corpul însuși și că ea nu se poate înlocui deocamdată prin măsurarea altor factori.

Din punct de vedere ecologic se desprinde învățătura că evaporația e

*) Dudău, în înțeles moldovenesc, este o vegetație înaltă cam de un stat de om, alcătuită din plante cu frunze mari.

un factor foarte complex, de mare însemnătate pentru ramura ecologică a biologiei și că ea trebuie măsurată la fața locului. Oricine s'a ocupat cu măsurarea evaporăției știe cât de mult se deosebesc rezultatele dela o încercare la alta, zice Seybold (48 p. 27).

ERD-ATMOMETER. EIN NEUER APPARAT IM DIENSTE DER OEKOLOGIE

(ZUSAMMENFASSUNG).

Von

GH. BUJOREAN

Beschreibung des Apparates.

Der Apparat besteht aus zwei Hauptteilen, aus der Verdunstungsschale (3) (Fig. 1), und aus dem Messrohr (1).^{*} Er beruht auf dem Prinzip der kommunizierenden Gefässe (3—11) und der Barometersäule (1). Das offene Röhrchen (7) ist bis zur Linie (13) mit Wasser gefüllt, wodurch der atmosphärische Luftdruck gegen das Gefäss (3) und nach oben im Messrohr (1) wirkt. Beim Sinken des Wasserspiegels (13) in der Schale (3) bildet sich bei (11) eine Luftblase, die im Messrohr (1) aufsteigt und den Raum des abfliessenden Wassers in (14) einnimmt. Die Empfindlichkeit des Apparates hängt natürlich vom Verhältnisse der beiden Durchschnittsflächen der Schale und des Messrohrs ab (1). Der obere Wasserbehälter (10) dient dazu, das Messrohr (1) nach dem letzten Ablesen wieder zu füllen. Das Wasserstandrohr (4) dient zur Kontrolle des inneren Wasserspiegels. Die Öffnung in der Mitte des Siebes (12), das sich am Boden des Gefässes (3) befindet, lässt die Luftblasen, die sich unter ihm bilden, ausschlüpfen. Eine Vorrichtung erlaubt das Messrohr zu heben und zu senken, um die Höhe des Wasserspiegels (3) nach Belieben zu regulieren.

Die Vorteile des Apparates.

Die Schale (3) kann Wasser, Erde oder irgend eine andere Substanz enthalten, von der man die Verdunstung messen will. Der Wasserspiegel bleibt konstant in einer gewählten Höhe. Die Schale kann hoch oder flach sein und in einer beliebigen Entfernung vom Messrohr (1) aufgestellt werden. Sie kann aber auch in der Erde eingebettet sein. Der verdunstende

^{*}) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf Figur 1 und die fetten auf Literaturverzeichnis.

Körper bleibt ganz frei allen möglichen Verdunstungsfaktoren ausgesetzt, insbesondere auch den Wärmestrahlen. Die Schale kann auch als Gewächstopf dienen mit dem konstanten Grundwasserspiegel. Für Zwecke der oekologischen Untersuchung wird die Schale mit Erde gefüllt und im Boden am natürlichen Standort eingebettet. Die Erde in der Schale kann man wassergesättigt halten oder man kann auch das Wasser nur kapillar steigen lassen. Das Sieb (12) am Boden der Schale mit dem Filtrierpapier darauf, dient dazu, die verdunstende Substanz (z. B. Erde) in Berührung mit dem Wasserspiegel (16) zu halten, wodurch das Aufsaugen vom Wasser in vollkommenster Weise ermöglicht wird.

Die Erdschicht (17) kann nach Weaver (60) in natürlich gelagertem Zustande in die Schale gelegt werden.

Schliesslich gestattet der Apparat die Verdunstungsfähigkeit eines beliebigen Körpers direkt zu messen, ein Prinzip, dessen Wichtigkeit Livingston (34), Seybold (48) u. a. eingehend begründet haben; und dabei die verdunstende Substanz, wenn nötig, am Standorte selbst allen natürlichen Verdunstungsfaktoren auszusetzen. Die Grösse der Verdunstungsfläche kann man nach Belieben wählen.

Der Apparat wurde dem Kongresse der Naturforscher von Rumänien im April 1928 vorgeführt. (9).

Ergebnisse der Methode.

Im rumänischen Texte werden die bisherigen Methoden, Apparate und Resultate bezüglich der Verdunstung kurz besprochen.

Die von mir oben angeführte Methode wurde mit fünf Apparaten ausprobiert. Die Verdunstungsfläche, in Form eines Viereckes, beträgt 200 cm^2 (20×10 , bei einer Höhe der Schale von 1.4 cm).

App. No. 1, in der Thermometerhütte der meteorologisch-oekologischen Station des Botanischen Gartens aufgestellt, dient zur Messung der Verdunstung des Wasserspiegels, um dadurch die allgemein übliche Methode für den Vergleich mit anderen Verdunstungsflächen zu verwerten.

App. No. 2 und 3, im Freien 1 m. hoch aufgestellt, allen Verdunstungsfaktoren ausgesetzt, dienen vor allem, um die Einstrahlung zu messen. No. 2, mit reiner schwarzer Medizinal-Kohle, Merk, und No. 3, mit chemisch reinem, weissen Kalzium-Karbonat Merk gefüllt.

App. No. 4, und 5 mit Lehm Boden gefüllt, dienen oekologischen Zwecken. Sie wurden 1 cm. tief im Boden eingebettet. Damit wird die maximale Verdunstung vom Lehm Boden des Standortes selbst unter dem Einfluss der verschiedenen Pflanzengesellschaften gemessen. No. 4, wurde in einer künstlich offengehaltenen Vegetation von einjährigen Pflanzen angebracht, und No. 5, in einer Entfernung von 1,5 m. von No. 4, aber unter dem Einflusse einer geschlossenen Vegetation von Dauerpflanzen, die seit 5 Jahren keinen künstlichen Einfluss erlitten hat.

Dauer der Messungen 4 Monate, V—VIII, 1929.

Die Ergebnisse der Messungen sind aus den Tabellen 1—3 und aus den Figuren 2—4 ersichtlich.

Das Verhältnis der Niederschlagsmenge zur Verdunstung ist sehr verschieden je nach den Umständen und verdunstenden Substanzen (Tab. 1, Fig. 2).

Die Verdunstung von schwarzer Kohle (No. 2), weissem CaCO_3 (No. 3) und von der Bodenfläche (No. 4) ist grösser wie die Niederschlagsmenge, nur bei No. 4 zeigt sich im August kleiner. Die Verdunstung im Schatten aber, in der Thermometerhütte (No. 1) und in der geschlossenen Vegetation (No. 5) ist kleiner als der Niederschlag, ausser im Julie, wo die Verdunstung an allen Standorten im Vergleich zur Niederschlagsmenge grösser wird.

Die stark besonnten Verdunstungsflächen von schwarzer Kohle, der gelblich braunen Tonerde bis zu der weissesten Farbe des Kalkes zeigen eine mehrfache bis 4.2-mal grössere Verdunstungsmenge gegenüber dem monatlichen Niederschlag. Die Verdunstung von den beschatteten Flächen aber, wie beim Wasserspiegel (No. 1) und Lehm Boden (No. 5), zeigt eine Abweichung im Minus bis 4-mal gegenüber der Niederschlagsmenge. Aus diesem Vergleiche ergibt sich erstens die grosse Rolle der Einstrahlung unter den Verdunstungsfaktoren (59, p. 256 u. 274) und in zweiter Linie der grosse Einfluss der obern Luftschichten (59, 55). Die durchschnittlich 2-mal grössere Verdunstung der weissen Fläche kann als Beweis dienen.

Der Einfluss der Einstrahlung auf die Verdunstung geht aus den vorigen Angaben klar hervor. Diese Tatsache erkennt man noch besser aus dem Vergleich zwischen den Monatsmengen der Verdunstung aller 5 Apparate (No. 1—5) und denen der Einstrahlung des integrierenden Solarimeters (Kipp u. Zonnen) (Tab. 1, Fig. 2). Der Parallelverlauf zwischen der totalen Einstrahlung und der Verdunstung liegt den Gedanken nahe den täglichen Gang der Verdunstungsdifferenzen zwischen der schwarzen und der weissen Schale, bezogen auf die Einstrahlungssummen, im Sinne Livingstons (32) zu verfolgen. Hier erleben wir aber eine Enttäuschung (Tab. 2, Fig. 3).

Die täglichen Verdunstungsdifferenzen weisen keinen parallelen Gang mit den Solarimetersummen auf. Diese Abweichung wird höchst wahrscheinlich durch die Verschiedenheit der Wirkungsfaktoren bei den einzelnen Apparaten verursacht. Die thermoelektrischen Elemente werden nach Berget (3) von den Licht-, Wärme- und elektrischen Wellen, dagegen die Verdunstungsflächen von vielen andern Faktoren beeinflusst (48, 49, 50, 59). Die Verdunstungsdifferenzen in Figur 3 wurden bei ihrer Darstellung mit 10 multipliziert, um den Parallelismus mit den Einstrahlungssummen leichter zu verfolgen.

Die Messung der Verdunstungsfaktoren. Eine merkwürdige Beobachtung ergab dass die Verdunstung in der geschlossenen Vegetation (No. 5), wie auch die des Wasserspiegels (No. 1) zum grössten Teil nicht am Tage sondern in der Nacht erfolgte. Die besonnten Flächen von (No. 2, 3, 4)

nämlich verdunsteten tagsüber bis 90%, wogegen die beschatteten (No. 1 u. 5) über die Nacht bis etwa 90% abgaben. Um die Ursache dieser Erscheinungen festzustellen sah ich mich veranlasst die Verdunstungsfaktoren mehrmals am Tage zu messen, um wenigstens die dabei wirkenden Hauptfaktoren und ihre Zusammenhänge zu erkennen. Hier werden nur die Ergebnisse der Messungen von 23—24. VII., 1929, während 30 Stunden angeführt (Tab. 3, Fig. 4). Dabei wurden alle 3 Stunden sämtliche Faktoren gleichzeitig gemessen. Von allen Faktoren tritt die Einstrahlung und die Dampfdruckdifferenz zwischen der Verdunstungsschale und der Atmosphäre besonders hervor. Diese zwei Faktoren zeigen auch am meisten eine Proportionalität zur Verdunstung. Leider fehlen die Messungen der Windstärke am Standorte. Wegen dieser wichtigen Lücke unter den Verdunstungsfaktoren konnte ich mich nicht in die Berechnung der gegenseitigen Beziehung der Faktoren nach verschiedenen Formeln einlassen. Dazu wäre noch eine Bedingung nötig, alle Schalen müssten dasselbe Material enthalten. Die hypothetische Verdunstung mit Fragezeichen von No. 6 (Fig. 4) wurde aus den andern Angaben errechnet, und besonders von den Dampfdruckdifferenzen abgeleitet.

LITERATURA CONSULTATĂ

(LITERATURVERZEICHNIS)

1. Aalton, V. T., 1920. Wasserverbrauch der Bäume und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens. (Acta For. Fenn. XIV).
2. Bebbler, W. J., 1890. Lehrbuch der Meteorologie. 391 p. Stuttgart.
3. Bergeret, A., 1920. Ou en est la meteorologie. (Collection de Misses au point. 300 p.) Paris.
4. Blanck, E., 1929. Handbuch der Bodenlehre. B. 2. Die Verwitterungslehre und klimatologischen Grundlagen. 50 Abb. 314, p. Berlin.
5. Bongards, H., 1926. Feuchtigkeits-Messung. 126 Abb. u. 2 Taf. 322 p. Berlin.
6. Borza, Al., 1923. Ecologia plantelor. (Curs universitar).
7. Braun-Blanquet, L., 1928. Pflanzensoziologie. 168 Abb. 330 p. Berlin.
8. Bul. Inst. Met. Rom., 1926. Reuniunea organizației meteorologice internaționale la Zürich și la Viena. (p. 253—254).
9. Bujorean, Gh., 1928. Aparate nouă pentru măsurarea factorilor ecologici. (Lucrările I. Congres al Naturaliștilor din România. p. 136—138). Cluj.
10. Burgerstein, A., 1904. Die Transpiration der Pflanzen. 283 p. Jena.
11. Burns, G. P., 1923. Measurement of solar radiant energy in plant habitats. (Ecology, v. IV, No. 2, 189—195).
12. Chaptal, L., 1927. Sur une source de l'humidité du sol. (Comptes R. Acad. Agr. France, XIII, No. 21, p. 695—697).
13. Chirițescu-Arva, M., 1925. Agrologie. 463 p. Cluj.

14. Clements, Fr. E., 1926. Researches in Ecology. (Carnegie Inst. Year Book, No. 26, p. 305—339).
15. — 1927. Investigations in Ecology. (Year Book, No. 27, p. 188—196):
16. — 1928. Plant succession and indicators. 453 p. New-York City.
17. — and Goldsmith, G. W., 1924. The phytometer method in Ecology. Carnegie Inst., Publ., No. 356).
18. Darbishire, V. O., 1905. An apparatus for observing the transpiration stream. (The Bot. Gazette. XXXIX, 5, p. 356—364).
19. Eickenberry, W. L., 1910. An atmograph. 4 fig. (The Bot. Gazette v. 50, p. 214—218).
20. Fischer, K., 1927. Eine grundsätzliche Frage zu Zunkers Verdunstungsformel. (Meteor. Zeitschr., B. 44, H. 5, p. 176).
21. Freeman, F. G., 1908. A method for the quantitative determination of transpiration in plants. (The Bot. Gazette. v. XLVI, 2, 118—129).
22. Friedrich, W., 1927. Einrichtung einer Verdunstungsmessstelle an der Edertalsperre. (Met. Zeitschr., Bd. 44, H. 5, p. 186).
23. Gates, F. C., 1927. Evaporation in vegetation at different height. (Bot. C—Bl. p. 139).
24. Gradmann, H., 1928. Untersuchungen über die Wasserverhältnisse des Bodens als Grundlage des Pflanzenwachstums. 22 Fig. (Jahrbuch f. wiss. Bot., B. 69, H. 1, 100 p.).
25. Graebner, P., 1909. Pflanzengeographie.
26. Hansen, H. C., 1926. The water-retaining power of the soil. 3 fig. (The Journ. of Ecology, XIV, p. 111—119).
27. Hellman, G., 1927. Aspirations-Psychrometer-Tafeln (Preuss. Meteor. Institut., 123 p.).
28. Huber, Bruno, 1924. Eine einfache Methode zur Messung der Verdunstungsgraft am Standort, 1 Abb. (Ber. d. deutsch. Bot. Gesel., B: 42, p. 19—26).
29. James, R. M., 1882. Die Moderne Meteorologie. 217 p. Braunschweig.
30. Keen, B. A., 1925. Physics in Agriculture. (Nature, p. 905).
31. Kipp und Zonnen, 1928. Instrumente für Sonnenstrahlungsmessung. Solarimeter und Pyrheliometer, Delft. Holland.
32. Livingston, E. B., 1923. Blackened spheres for atmometry. (Science, v. LVIII, No. 1497, p. 182—183).
33. — 1924. Research methode in Ecology (Ecology, v. 5, No. 1).
34. — 1915. Atmometry and the porous cup atmometer. (The Plant World v. 18, No. 2, 3, 4, 5; 55 p.).
35. — 1918. Porous clay cones for the auto-irrigation of potted plants. (The Plant World, 21, 202—208).
36. Lundegårdh, H., 1925. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 113 Abb., 2 Kart., 419 p. Jena.
37. Michaëlis, L., 1921. Praktikum der physikalischen Chemie für Mediziner und Biologen. Berlin.
38. Mitscherlich, A., 1923. Bodenkunde für Land- und Forstwirte 4 Aufl. 37. Abb. 339 p. Berlin.
39. Mohn, H., 1879. Grundzüge der Meteorologie. Christiania.
40. Otetelișanu, E., 1925. Definiția riguroasă a umezelii relative a aerului. (Bul. lun. Inst. Met. C. Rom. V. 5, Nr. 1 și 2).
41. Porucic, T., 1924. Lacurile sărate din Sudul Basarabiei. 144 p. București.
42. Richard, J., 1926. Instruments de precision. Meteorologie. Paris.

43. Rübel, E., 1925. Vorschläge zur Untersuchung von Buchenwäldern. 31 p. Zürich.
44. — 1922. Geobotanische Untersuchungsmethoden. 69 Fig. 1 Taf. 290. p.
45. Schmidt, W., 1928. Die Wärmeumsätze an der Erdoberfläche mit besonderer Rücksicht auf die Nachtfröste. (Fortschr. d. Landw., H. 9 p. 385—388).
46. Schubert, 1925. Eine neue Methode zur Messung der Verdunstung mit Hilfe des Psychrometers. (Naturwiss. 13, p. 515).
47. Schucht, Fr., 1924. Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. 4 Aufl. 71 Abb. 242 p. Berlin.
48. Seybold, A., 1929. Die physikalische Komponente der pflanzlichen Transpiration 65 Abb. 214 p. Berlin.
49. Steinbrüch, A., 1928. Untersuchungen über die Beziehung zwischen der Bodenlockerung und der Wasserverdunstung des Bodens. (Bot. Archiv. B. 23, p. 238—265).
50. Symfievicz, D., 1923. Sur l'importance du deficit hygrometrique pour la phytogeographie ecologique (Acta Soc. Poloniae v. 1 No. 1, 11 p.).
51. Tansley, A. G., 1923. Practical Plant Ecology. 228 p. London.
52. Teodorof, Gh., 1923. Tensiunea vaporilor, umezeala relativă și nebulozitatea (Bul. lun. Inst. Met. C. Rom. 1923, p. 190).
53. Thone, Fr., 1924. Rainproofing Valves for Atmometers. (Ecology, v. 5, No. 4).
54. — 1923. Evaporation rates an rock Canyon Walls. 1 fig. (The Bot. Gazette. v. 76, p. 419—424).
55. Transeau, N. E., 1908. The relation of plant societies to evaporation. 9 fig. (The Bot. Gazette, v. 45, No. 4, p. 217—231).
56. — 1910. A simple evaporimeter. 1 fig. (The Bot. Gaz. v. 49, p. 59—60).
57. Wahnschaffe and Schucht., 1914. Wissenschaftliche Bodenuntersuchung, 3 Auflage. Berlin.
58. Waller, A. E., 1918. Crop centers of the United States, 12 fig. (Journ. Amer. Soc. of Agronomy, X, p. 49—83).
59. Walter, H., 1928. Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raume in verschiedenen Pflanzengesellschaften 21 Fig. (Jahrb. f. Wiss. Bot. B. 68, H. 2, 55 p.).
60. Weaver, J. and John W. Crist., 1924. Direct Measurement of water loss from vegetation without disturbing the normal structure of the soil. 4 fig. (Ecology, v. V, No. 2, p. 153—170).
61. Welch, W. M., 1928. Scientific Comp. Chicago. U. S. A. Evaporimeter. No. 9526.
62. Yapp, R. H., 1909. On stratification in the Vegetation of a Marsh. and its Relation to Evaporation and Temperature. 1 Pl., 8 fig. (Ann. of Botany, v. 23, p. 275—319).
63. Arland, A., 1929. Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. (Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XLVII, H. 7, p. 474—479).